



EP 03/13482

REC'D 06 FEB 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 02 559.6

Anmeldetag:

22. Januar 2003

Anmelder/Inhaber:

DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Synchronisation von Lenkhandhabe
und gelenkten Fahrzeugrädern

IPC:

B 62 D 5/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
im Auftrag

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

DaimlerChrysler AG

Pfeffer
21.01.2003

Verfahren zur Synchronisation von Lenkhandhabe und gelenkten
Fahrzeugrädern

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Synchronisation von Lenkhandhabe und gelenkten Fahrzeugrädern, insbesondere bei einem Kraftfahrzeug, gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf eine für das Verfahren besonders geeignete Vorrichtung.
- 10 Betroffen sind Lenkungen mit veränderbarer Zuordnungsfunktion zwischen der Handhabenstellung des Lenkhandrades und dem an den gelenkten Fahrzeugrädern eingestellten Lenkwinkel.
- 15 Beispielsweise zeigt die DE 196 01 826 A1 ein Lenksystem, bei dem ein die gelenkten Fahrzeugräder steuerndes Lenkgetriebe-
teil mechanisch über ein Überlagerungsgetriebe einerseits mit einem Lenkhandrad und andererseits mit einem automatisch gesteuerten Elektromotor verbunden ist. Dementsprechend wird
- 20 eine Lenkwinkeländerung der gelenkten Räder jeweils durch die Überlagerung der Handhabenstellungsänderung des Lenkhandrades und der Stellungsänderung des Elektromotors bestimmt. Mit einer dem Elektromotor zugeordneten Steuervorrichtung kann dann eine prinzipiell beliebige Zuordnungsfunktion von Handhabenstellung und Lenkwinkel eingestellt werden.
- 25

Ähnliche Verhältnisse liegen bei Lenksystemen vor, die nach dem Konzept „Steer-by-wire“ arbeiten. Ein solches Lenksystem wird beispielhaft in der DE 100 21 903 A1 beschrieben. Dabei

30 betätigt ein Lenkhandrad einen Lenkwinkelsollwertgeber. Den

gelenkten Fahrzeugrädern ist ein Lenkwinkel-Istwertgeber sowie ein zur Lenkverstellung vorgesehener, z.B. elektrischer Stellmotor zugeordnet, der von einer Regelvorrichtung in Abhängigkeit von einem Soll-Istwert-Vergleich des Lenkwinkels gesteuert wird. Im Ergebnis folgt also der Lenkwinkel der gelenkten Fahrzeugräder der Lenkwinkelvorgabe des Lenkhandrades.

Für den Fall einer Störung des Lenksystems, insbesondere für den Fall einer Unterbrechung oder Abschaltung der Energiezufuhr, ist gemäß der DE 100 21 903 A1 zwischen dem Lenkhandrad und den gelenkten Fahrzeugrädern eine mittels Kupplung auftrennbare Lenksäule vorgesehen, wobei die Kupplung bei normalem Lenkbetrieb offen ist, so dass die Zuordnungsfunktion zwischen dem an den gelenkten Fahrzeugrädern eingestellten Lenkwinkel und dem Drehwinkel des Lenkhandrades bei normalem Betrieb allein durch die Regelvorrichtung bestimmt wird.

Das Lenkhandrad kann bei derartigen Lenksystemen auch bei Nichtbetrieb der Steuer- bzw. Regelvorrichtung, bei abgeschaltetem Fahrzeugmotor und/oder bei Ausfall der fahrzeugseitigen elektrischen Energieversorgung betätigt werden. Jedoch ist dabei die Zuordnungsfunktion von Lenkradwinkel und Lenkwinkel der gelenkten Fahrzeugräder nicht entsprechend der in der Steuer- bzw. Regelvorrichtung abgelegten Lenkkennlinie gegeben, sondern es besteht eine mechanische Kopplung von Lenkhandhabe und gelenkten Fahrzeugrädern mit einer mechanisch vorgegebenen Zuordnungsfunktion. Im Falle der DE 196 01 826 A1 ist dies die Zuordnungsfunktion der bei stillstehendem Elektromotor vorliegenden Zwangskopplung zwischen Lenkhandrad und gelenkten Fahrzeugrädern. Im Falle der DE 190 21 903 A1 ist dies die Zuordnungsfunktion der bei geschlossener Kupplung bewirkten Zwangskopplung von Lenkhandrad und gelenkten Fahrzeugrädern.

Falls die vorgenannte Zwangskopplung zu einem Zeitpunkt wirksam wird, zu dem die gelenkten Fahrzeugräder einen von der

Geradeausstellung abweichenden Lenkwinkel und dementsprechend die Lenkhandhabe eine von der Normallage abweichende Stellung einnehmen, ist die eingangs genannte Korrelation der gelenkten Fahrzeugräder sowie der Lenkhandhabe in der Regel nicht mehr gegeben, da die Zuordnungsfunktion zwischen Handhabenstellung und Lenkwinkel bei aktiver Zwangskopplung eine andere ist, als beim Normalbetrieb des Lenksystems. Dies kann dazu führen, dass bei aufrechterhaltender Zwangskopplung von Lenkhandhabe und gelenkten Fahrzeugrädern die Normallage der Lenkhandhabe nicht mit der Geradeausstellung der gelenkten Fahrzeugräder zusammentrifft.

Auch wenn die Handhabenstellung bei deaktivierter Steuervorrichtung verändert wird und nachfolgend erneut ein normaler Fahrbetrieb mit aktivierter Steuervorrichtung aufgenommen wird, ist die Korrelation zwischen der Handhabenstellung und dem Lenkwinkel aufgehoben. Dies liegt an der im Normalbetrieb veränderten Zuordnungsfunktion zwischen Handhabenstellung und Lenkwinkel im Vergleich zu der durch die Lenkmechanik gegebenen Zuordnungsfunktion bei deaktivierter Steuervorrichtung.

Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Lenkung der eingangs angegebenen Art eine automatische Synchronisierung von der Handhabenstellung der Lenkhandhabe und dem an den gelenkten Fahrzeugrädern eingestellten Lenkwinkel zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 1 bzw. 12 gelöst.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, eine gegebenenfalls notwendige oder wünschenswerte Synchronisierung von Lenkhandhabe und gelenkten Fahrzeugrädern nach dem Aktivieren der Steuervorrichtung vorzunehmen. Dies kann entweder das Aktivieren nach einem Ausfall oder das Aktivieren durch Wiedereinschalten der elektrischen Energieversorgung durch den Fahrer z.B. mittels der Zündung sein. In diesem Aktivierten Zustand kann die Steuervorrichtung eine Stellungsabweichung

5 chung erkennen und gegebenenfalls eine Relativverstellung vornehmen. Diese Relativverstellung führt dazu, dass die Handhabenstellung und der Lenkwinkel unter Berücksichtigung der momentan gültigen Zuordnungsfunktion miteinander korrespondieren.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

- 10 Es ist vorteilhaft, wenn die Relativverstellung nur erfolgt, wenn nach dem oder beim Aktivieren der Steuervorrichtung ein Abfragekriterium erfüllt ist. Das Abfragekriterium kann beispielsweise eine Fahrzustandsgröße des Fahrzeugs oder ein ei-
- 15 ne Bedienaktivität des Fahrers beschreibende Größe sein. Zwar ist es grundsätzlich auch möglich, diese Relativverstellung nach Start des Fahrzeuges bei stillstehendem Fahrzeug vorzunehmen. Jedoch könnte ein Fahrer, der das Lenksystem noch nicht bzw. in derartigen Situationen noch nicht kennt, überrascht werden. Es könnte dann das Gefühl beim Fahrer entstehen,
- 20 dass die Lenkung ihm nicht folgt. Darüber hinaus können sich bei unvorsichtigen Wartungs- oder Reparaturarbeiten ergebende Gefahren verringert werden. Beispielsweise könnte eine Person in den Bewegungsbereich der gelenkten Fahrzeugräder hineingreifen oder mit dem Kopf hineinschauen und durch die
- 25 Relativverstellung eingeklemmt werden, wenn gleichzeitig eine weitere Person die Zündung einschaltet. Da die Relativverstellung erst erfolgt, wenn das weitere Abfragekriterium erfüllt ist, wird diese Gefahr ausgeschlossen.
- 30 Dabei kann vorgesehen sein, die Relativverstellung insbesondere bei einer Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die geringer ist als ein vorgebbare Geschwindigkeitsschwellenwert, nur dann auszuführen, während die Lenkhandhabung (8) vom Fahrer manuell bewegt wird. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass nur bei
- 35 Lenkaktivitäten des Fahrers die Synchronisierung durch Relativverstellung erfolgt, insbesondere wenn kleine Fahrzeuglängsgeschwindigkeiten vorliegen (z.B. unter 5 km/h) oder das

Fahrzeug stillsteht. Für den Fahrer sind Relativverstellungen sehr gut beherrschbar, wenn er selbst Lenkaktivitäten ausübt. Er muss dabei immer leicht korrigieren, was beim Lenken aber kaum wahrgenommen wird, so dass er immer das Gefühl hat, dass
5 die Lenkung des Fahrzeugs auf seine Lenkaktivität reagiert und ihm folgt. Da unmittelbar nach dem Start eines Fahrzeuges oftmals große Lenkwinkeländerungen der gelenkten Fahrzeugräder und dementsprechend große Auslenkbewegungen der Lenkhand-
10 habe notwendig sind, um das Fahrzeug aus einem Parkplatz auf die Fahrbahn zu manövrieren, kann die Synchronisierung für den Fahrer praktisch unbemerkt und bei geringer Fahrgeschwindigkeit vollständig durchgeführt werden.

Es ist auch zweckmäßig, wenn die Relativverstellung insbesondere bei einer Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die größer ist
15 als ein vorgegebener Geschwindigkeitsschwellenwert, schrittweise zyklisch erfolgt und pro Verstellzyklus ein Verstellschritt durchgeführt wird, bis die Stellungsabweichung in etwa Null beträgt. Durch das zyklische Durchführen von Ver-
20 stellsschritten besteht die Möglichkeit, die Relativverstellung angepasst an den Fahrzustand des Fahrzeugs und die Bedienaktivität des Fahrers durchzuführen.

Dabei kann die Verringerung der Stellungsabweichung pro Ver-
25 stellzyklus auf einen vorgegebenen prozentualen Anteil der jeweils aktuellen Stellungsabweichung begrenzt oder festgelegt sein, wodurch sich die Stellungsabweichung asymptotisch an Null annähert. Es hat sich in Versuchen gezeigt, dass eine
30 derartige Verringerung der Stellungsabweichung, die e-funktionsähnlich verläuft, sehr angenehm ist für den Fahrer.

Um die Stellungsabweichung in einer für den Fahrer akzeptablen Zeitdauer zu verringern, ist zweckmäßigerweise eine Ver-
35 stellzeitdauer vorgegeben, nach deren Ablauf die Stellungsabweichung einen betragsmäßigen Wert kleiner oder gleich einem

Abweichungsschwellenwert - der in etwa Null betragen kann - erreicht haben muss.

5 Damit der Fahrer ausreichend Zeit hat die Handhabenstellung während der Relativverstellung nachzuführen ist vorteilhaft-
erwise vorgesehen, dass die Relativverstellung mit einer vorgegebenen oder auf einen Maximalwert begrenzten Verstell-
geschwindigkeit an den gelenkten Fahrzeugrädern erfolgt. Das
10 heißt, dass der Gradient des bei der Relativverstellung zu-
rückgelegten Verstellweges begrenzt oder auf einen festen
Wert vorgegeben ist. Der Fahrer kann dann in Ruhe die Handha-
benstellung korrigieren, so dass wieder der gewünschte Kurs
des Fahrzeugs anliegt. Die Verstellgeschwindigkeit an den ge-
lenkten Fahrzeugrädern kann beispielsweise zwischen 0,1 und
15 1,0 ° pro Sekunde betragen. Entsprechend der aktuell einge-
stellten Zuordnungsfunktion ergibt sich daraus die Handhaben-
geschwindigkeit, mit der der Fahrer die Lenkhandhabe nachfüh-
ren bzw. nachstellen muss, um den Kurs zu halten.

20 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Verfah-
rens ist vorgesehen, dass die Relativverstellung bei einer
Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die geringer ist als ein vor-
gebbarer Geschwindigkeitsschwellenwert, nur dann erfolgt,
wenn die Richtung einer vom Fahrer manuell ausgeführten Hand-
25 habenstellungsänderung mit der Richtung korrespondiert, in
die die Relativverstellung an den gelenkten Fahrzeugrädern
erfolgen soll. Eine Relativverstellung an den gelenkten Fahr-
zeugrädern nach rechts wird somit nur dann durchgeführt, wenn
der Fahrer die Lenkhandhabe in die einer Radauslenkung nach
30 rechts entsprechende Richtung bewegt, also wenn er beispiels-
weise das Lenkhandrad nach rechts dreht. Für die Relativver-
stellung nach links dies entsprechend.

35 Die Ermittlung der Stellungsabweichung kann derart erfolgen,
dass nach dem Aktivieren der Steuervorrichtung (13) die Soll-
Handhabenstellung der Lenkhandhabe (8) bestimmt wird, die dem
momentanen Lenkwinkel bei der momentan eingestellten Lenk-

übersetzung entspricht, wobei sich Stellungsabweichung aus der Differenz zwischen der momentanen Handhabenstellung und der Soll-Handhabenstellung ergibt.

- 5 Die Relativverstellung kann parameterabhängig erfolgen. Dabei kann insbesondere die Verstellgeschwindigkeit von einem oder mehreren Parametern abhängen, die den aktuellen fahrdynamischen Zustand oder einen sonstigen Fahrzeugzustand beschreiben. Als Parameter kommen z.B. in Betracht: eine an der Lenkhandhabe wirksame Handkraft, die momentane Auslenkung der Lenkhandhabe aus ihrer der Geradeausstellung der gelenkten Fahrzeugräder entsprechenden Normallage, die momentane Auslenkung der gelenkten Fahrzeugräder aus ihrer Geradeausstellung, der Betrag der Stellungsabweichung, eine die Quer- oder
- 10
- 15 Längsdynamik des Fahrzeugs kennzeichnende Größe (z.B. die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit) und/oder die Zeit.

Im Übrigen wird hinsichtlich bevorzugter Merkmale der Erfindung auf die Ansprüche sowie die nachfolgende Erläuterung der

20 Zeichnung verwiesen, anhand der besonders bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung näher beschrieben werden, wobei Schutz nicht nur für die ausdrücklich beschriebenen Merkmalskombinationen, sondern auch für prinzipiell beliebige Kombinationen der beschriebenen Merkmale beansprucht wird.

25

Es zeigen:

Fig. 1 eine Ausführungsform eines Lenksystems bei dem die gelenkten Fahrzeugräder über ein Überlagerungsge-

30 triebe mit einem Lenkhandrad sowie einem selbsthemmenden Elektromotor mechanisch verbunden sind,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel eines Lenksystems, welches nach dem Konzept „Steer-by-wire“ arbeitet, und

35

Fig. 3 ein Diagramm, welches verschiedene Lenkkennlinien darstellt, die jeweils eine Zuordnungsfunktion zwi-

schen der Handhabenstellung des Lenkhandrades und dem Lenkwinkel der gelenkten Fahrzeugräder angeben, wobei des weiteren eventuelle Synchronisierungsmaßnahmen beispielhaft dargestellt sind.

5

Gemäß Fig. 1 besitzt ein im Übrigen nicht näher dargestelltes Kraftfahrzeug lenkbare Vorderräder 1, die über Spurstangen 2 mit einer Verbindungsstange 3 miteinander zu gemeinsamer Lenkbetätigung verbunden sind.

10

Die Verbindungsstange 3 ist über ein Getriebe 4 mit einer Lenkwelle 5 mechanisch zwangsgekoppelt, die über ein Überlagerungsgetriebe 6 einerseits mit einer Lenkhandradwelle 7, auf der eine als Lenkhandrad 8 ausgebildete Lenkhandhabe drehfest angeordnet ist, und andererseits über eine Welle 9 mit einem selbsthemmenden Elektromotor 10 antriebsverbunden ist. Die Überlagerung der Drehbewegungen der Lenkhandradwelle 7 und der Welle 9 bestimmt also die Drehbewegung der Lenkwelle 5. Es findet demnach eine Überlagerung der Drehbewegungen der beiden Wellen 7 und 9 statt, wobei sich die Drehbewegung der Lenkwelle 5 aus dieser Überlagerung ergibt.

20

Die Handhabenstellung LH des Lenkhandrades 8 wird von einem Handhabensensor erfasst. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wirkt die Lenkhandradwelle 7 bzw. das Lenkhandrad 8 mit einem den Handhabensensor bildenden Drehwinkelgeber 11 zusammen, welcher die Drehverstellung von Lenkhandrad 8 bzw. Lenkhandradwelle 7 erfaßt. Alternativ oder zusätzlich könnte als Handhabensensor auch ein Momentensensor verwendet werden.

25

30

Ein Lenkwinkelgeber ist vorgesehen zur Erfassung des an den gelenkten Fahrzeugrädern momentan eingestellten Lenkwinkels. Hierfür wirkt die Verbindungsstange 3 mit einem Weggeber 12 zusammen, der die Verschiebung der Verbindungsstange 3 und damit den mittleren Lenkwinkel LW der Vorderräder 1 erfasst. Es versteht sich, dass anstelle oder zusätzlich zum Weggeber

35

12 beispielsweise auch Winkelsensoren oder andere geeignete Sensoren eingesetzt werden könnten.

Der Drehwinkelgeber 11 und Weggeber 12 sind mit entsprechenden Eingängen einer elektronischen Steuervorrichtung 13 verbunden, die den Elektromotor 10 bzw. eine nicht dargestellte Treiberschaltung dieses Motors 10 ansteuert, der wiederum drehfest mit der Welle 9 verbunden ist und diese entsprechend antreibt. Wie oben ausgeführt überlagert sich die Drehbewegung der Welle 9 mit der Drehbewegung der Lenkhandradwelle 7 zu der Drehbewegung der Lenkwelle 5, die dann über das Getriebe 4, die Verbindungsstange 3 und die Spurstange 2 in eine Lenkwinkeländerung umgesetzt wird.

Im Beispiel der Fig. 2 wird die Verbindungsstange 3 über das Getriebe 4 mit einer Lenkwelle 15 verbunden, die durch eine Kupplung 16 auftrennbar und bewegungskoppelbar ist, so dass das am getriebefernen Ende der Lenkwelle 15 auf dieser Welle 15 drehfest angeordnete Lenkhandrad 8 nur bei geschlossener Kupplung 16 mit der Verbindungsstange 3 und dementsprechend mit den lenkbaren Vorderrädern 1 mechanisch bewegungsgekoppelt und bei offener Kupplung 16 von den lenkbaren Vorderrädern mechanisch bewegungsentkoppelt ist. Die Verbindungsstange 3 ist antriebsmäßig mit einem beispielsweise elektrischen, selbsthemmungsfreien Stellmotor 17 verbunden. Dieser bzw. dessen Treiberschaltung (nicht dargestellt) wird mittels einer elektronischen Regelvorrichtung 18 gesteuert, welche eingangsseitig mit einem dem Lenkhandrad 8 bzw. dem lenkhandradseitigen Teil der Lenkwelle 15 zugeordneten, als Drehwinkelgeber 19 ausgebildeten Handhabensensor sowie einem Wegsensor 20 zur Erfassung der Verschiebung der Verbindungsstange 3 und dementsprechend der mittleren Lenkwinkel LW der Vorderräder zugeordnet ist. Wie im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben könnte der Handhabensensor auch bei diesem Ausführungsbeispiel alternativ oder zusätzlich einen Momentensensor aufweisen zur Messung des Lenkwinkels LW könnte zusätzlich oder alternativ ein Winkelsensor verwendet werden.

Im Übrigen ist die Regelvorrichtung 18 ausgangsseitig mit der Kupplung 16 bzw. einem nicht dargestellten Stellmotor der Kupplung 16 verbunden, die von der Regelvorrichtung 18 bei
5 normalem Lenkbetrieb offengehalten wird.

Beim normalen Lenkbetrieb führt die Regelvorrichtung 18 einen Soll-Istwert-Vergleich für den Lenkwinkel LW aus. Der Lenkwinkel-Sollwert wird anhand der vom Drehwinkelgeber 19 er-
10 fassten Handhabenstellung LH in der Regelvorrichtung 18 bestimmt. Der Lenkwinkel-Istwert wird vom Weggeber 20 gemessen. In Abhängigkeit von der Differenz zwischen Lenkwinkel-Sollwert und Lenkwinkel-Istwert steuert die Regelvorrichtung 18 den Stellmotor 17, so dass im Ergebnis die Lenkverstellung
15 der lenkbaren Vorderräder 1 den Vorgaben des Lenkhandrades 8 folgt.

Die Regelvorrichtung 18 kann bei der Bestimmung des Lenkwinkel-Sollwertes Parameter berücksichtigen, wie vom Fahrer ein-
20 stellbare Einstellwerte oder beispielsweise den fahrdynamischen Zustand des Fahrzeugs beschreibende Parameter, wie die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit. Somit können verschiedene Zuordnungsfunktionen zwischen der Handhabenstellung LH und dem Lenkwinkel LW -die auch als Lenkkennlinien bezeichnet werden
25 können - parameterabhängig eingestellt werden. Es ist dabei auch denkbar, dass der Fahrer aus mehreren vorgegebenen Zuordnungsfunktionen bzw. Lenkkennlinien jeweils eine Zuordnungsfunktion als aktuelle Zuordnungsfunktion auswählen kann.

30 Bei das Lenksystem im Normalbetrieb beeinträchtigenden Störfällen und bei abgeschalteter elektrischer Energieversorgung der Regelvorrichtung 18 - beispielsweise nach dem Abstellen des Fahrzeugs - schließt die Kupplung 16, so dass die lenkbaren Vorderräder 1 in herkömmlicher Weise mechanisch
35 über die Lenkwelle 15 durch das Lenkhandrad 8 gesteuert werden, wobei sich der selbsthemmungsfreie Stellmotor 17 mitbewegt. Bei geschlossener Kupplung ist dann eine andere Zuord-

nungsfunktion gegeben, als während des Normalbetriebs des Lenksystems.

5 Unter Bezugnahme auf Fig. 3 wird im Folgenden die Synchronisation der Handhabenstellung LH mit der Stellung der gelenkten Fahrzeugräder 1 näher erläutert. Im Diagramm in Fig. 3 ist der Lenkwinkel LW an den gelenkten Fahrzeugrädern über dem Lenkhandradwinkel LH aufgetragen. Es sind beispielhaft
10 Zuordnungsfunktionen bzw. Lenkkennlinien 21 bis 23 dargestellt, die beim Normalbetrieb der anhand der Fig. 1 und 2 beschriebenen Lenkungen einstellbar sind.

Wie die Lenkkennlinien 21 bis 23 beispielhaft zeigen, wird die Geradeausstellung der Vorderräder 1, d.h. $LW = 0$, immer
15 genau dann eingenommen, wenn das Lenkhandrad 8 seine Mittellage einnimmt, in der $LH = 0$ gilt.

Es ist möglich auch während der Fahrt von einer Lenkkennlinie auf eine andere Lenkkennlinie zu wechseln bzw. umzuschalten,
20 beispielsweise von der ersten Lenkkennlinie 21 auf die zweite Lenkkennlinie 22. Dabei wird die erste Lenkkennlinie 21 schrittweise zur zweiten Lenkkennlinie 22 hin verschoben, bis die durch die zweite Lenkkennlinie 22 gegebene Zuordnungsfunktion erreicht ist. Beim Umschaltvorgang werden sozusagen
25 mehrere zwischen der ersten und der zweiten Lenkkennlinie liegende Lenkkennlinien sukzessive aktiviert, um den Fahrer langsam an das sich ändernde Lenkverhalten des Fahrzeugs zu gewöhnen.

30 Es sei nunmehr angenommen, dass die aktuelle Handhabenstellung LH den Wert LH_1 aufweist und daktuell die zweite Lenkkennlinie 22 aktiv ist, so dass sich im Normalbetrieb der Lenkwinkel LW_1 einstellt. Es ergibt sich mithin der erste Punkt P_1 auf der zweiten Lenkkennlinie 22. Weiter sei ange-
35 nommen, dass das Fahrzeug bei unveränderter Stellung der Lenkung abgestellt wird, so dass die elektrische Energieversorgung abgeschaltet ist und dass in diesem abgestellten Zustand

die Lenkhandhabe bewegt wird, so dass sich die Handhabenstellung LH verändert.

5 Mit dem Stillsetzen des Fahrzeuges bzw. mit dem Ausschalten des Fahrzeugmotors und/oder der Ausschaltung des elektrischen Bordnetzes geht die Lenkung automatisch in eine Sonderbetriebsweise entsprechend einer „Rückfallebene“ über. Dies ist bei einer Lenkung der Fig. 1 gleichbedeutend damit, dass der Elektromotor 10 unabhängig vom Drehhub des Lenkhandrades 8
10 stillstehen bleibt. Im Falle einer Lenkung der Fig. 2 ist die Kupplung 16 geschlossen, so dass das Lenkhandrad 8 mechanisch mit den gelenkten Vorderrädern 1 zwangsgekoppelt ist.

Bei ausgeschalteter elektrischer Energieversorgung gilt jedoch eine von der zweiten Lenkkennlinie 22 verschiedene, durch die mechanische Ausgestaltung der Lenkung vorgegebene Sonderbetriebskennlinie 24, die beispielsweise eine Gerade darstellt, aber in Abwandlung hierzu prinzipiell auch andere Verläufe aufweisen kann. Die Sonderbetriebskennlinie 24 ist
20 in Fig. 3 gestrichelt dargestellt.

Durch das Drehen des Lenkhandrades 8 bei ausgeschalteter elektrischer Energieversorgung ausgehend von der durch den ersten Punkt P_1 angegebenen Stellung des Lenkhandrades 8 und der gelenkten Fahrzeugräder 1, ergibt sich eine Zuordnungsfunktion gemäß der Sonderbetriebskennlinie 24, die durch den ersten Punkt P_1 verläuft. Dadurch ist die Synchronisierung zwischen Handhabenstellung LH und Lenkwinkel LW aufgehoben, denn die Sonderbetriebskennlinie verläuft nicht durch den Koordinatenursprung 0. Bei einem Lenkwinkel LW von Null ist der Lenkradwinkel ungleich Null und umgekehrt. Dementsprechend ist beim Betrieb in der Rückfallebene keine Synchronisierung zwischen Lenkhandrad 8 und gelenkten Vorderrädern 1 gegeben, d.h. die gelenkten Vorderräder 1 nehmen ihre Geradeausstellung bei nicht bei in Mittellage befindlichem Lenkhandrad 8
30 ein bzw. haben eine von der Geradeausstellung abweichende Stellung, wenn das Lenkhandrad 8 in seiner Mittellage steht.

Bei ausgeschalteter Energieversorgung, bevor die Lenkung wieder in ihren Normalbetrieb übergeht kann, sei nunmehr der zweite Punkt P_2 auf der Sonderbetriebskennlinie 24 erreicht
5 worden. Wird die elektrische Energieversorgung beispielsweise durch Starten des Fahrzeugs wieder eingeschaltet, so wird die zuletzt eingestellte, der zweiten Lenkkennlinie 22 entsprechende Zuordnungsfunktion aktiviert bzw. eingestellt. Der zweite Punkt P_2 liegt allerdings nicht auf der Lenkkennlinie
10 22, so dass eine Relativverstellung zwischen Lenkhandrad 8 und gelenkten Fahrzeugrädern 1 zur Synchronisierung erfolgen muss.

Nach dem Aktivieren der Steuer- oder Regelvorrichtung durch
15 das Einschalten der elektrischen Energieversorgung wird die Stellungsabweichung S bestimmt. Zunächst wird eine Soll-Handhabenstellung LH_{soll} der Lenkhandhabe ermittelt, die dem momentanen Lenkwinkel LW_2 bei der momentan eingestellten Zuordnungsfunktion gemäß der Lenkkennlinie 22 entspricht, wobei
20 sich die Stellungsabweichung S aus der Differenz zwischen der momentanen Handhabenstellung LH_2 und der Soll-Handhabenstellung LH_{soll} ergibt. Das Vorzeichen der Stellungsabweichung S gibt an, in welche Richtung die gelenkten Fahrzeugräder 1 während der Relativverstellung zu bewegen sind.

25 Beispielsgemäß ist hier nun vorgesehen, die notwendige Relativverstellungen zur Synchronisation nur dann auszuführen, wenn ein Abfragekriterium erfüllt ist.

30 Als Abfragekriterium dient bei der vorliegenden Ausführungsform des Verfahrens zunächst die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit. Ist die Fahrzeuglängsgeschwindigkeit betragsmäßig größer als ein vorgegebene Geschwindigkeitsschwellenwert - der beispielsweise zwischen 0,5 und 5 km/h betragen kann - dann
35 erfolgt die Relativverstellung zyklisch. In jedem Verstellzyklus wird ein Verstellschritt ausgeführt, so dass sich die Stellungsabweichung S nach jedem Verstellschritt verringert.

Die betragsmäßige Größe des in jedem Verstellzyklus ausgeführten Verstellschritts ergibt sich aus einem fest vorgegebenen prozentualen Anteil des Betrages der in diesem Verstellzyklus aktuell vorliegenden Stellungsabweichung S . Der Betrag der Verstellschritte nimmt demnach bei jedem Verstellzyklus ab. Allerdings ist Synchronisationsgeschwindigkeit, das heißt der Gradient der Relativverstellung, auf einen Maximalwert begrenzt, um zu schnell ablaufende Relativverstellbewegungen zu vermeiden, die der Fahrer nicht problemlos durch eine Korrektur der Handhabenstellung LH ausgleichen kann. Die Relativverstellung erfolgt damit sehr langsam, beispielsweise mit Synchronisationsgeschwindigkeiten zwischen 0,1 und 1,0 ° pro Sekunde an den gelenkten Fahrzeugrädern.

Es ist bei einer abgewandelten Ausführungsvariante auch möglich, eine Verstellzeitdauer vorzugeben, nach deren Ablauf die Stellungsabweichung S einen betragsmäßigen Wert kleiner oder gleich einem vorgegebenen Abweichungsschwellenwert sein muss, um zu lange vorhandene Stellungsabweichungen zu vermeiden. Der Abweichungsschwellenwert kann beispielsweise in etwa Null betragen.

Bei einer Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die geringer ist als der vorgegebene Geschwindigkeitsschwellenwert erfolgt die Relativverstellung nur während die Lenkhandhabe 8 vom Fahrer manuell bewegt wird. Weiterhin wird nur eine Relativverstellung vorgenommen, wenn die Richtung der Handhabenstellungsänderung mit der Richtung korrespondiert, in die die Relativverstellung erfolgen soll. Das bedeutet, dass eine Relativverstellung an den gelenkten Fahrzeugrädern 1 nach rechts nur bei einer Lenkraddrehung nach rechts erfolgt. Für eine Relativverstellung nach links gilt dies entsprechend.

Dieser Fall einer unterhalb des Geschwindigkeitsschwellenwertes liegenden Fahrzeuglängsgeschwindigkeit ist in Fig. 3 angenommen.

Ausgehend vom zweiten Punkt P_2 erhöht sich der Lenkwinkel LW bei einer Drehung des Lenkhandrades 8 in Richtung größerer Handhabenstellungswerte LH viel geringer als er es gemäß der aktuell eingestellten Zuordnungsfunktion nach der zweiten
5 Lenkkennlinie 22 eigentlich sollte (Pfeil 25 in Fig. 3). Eine geringfügige Vergrößerung des Lenkwinkels LW wird durchgeführt, um dem Fahrer eine funktionsfähige, seiner Lenkhandradbewegung folgende Lenkwinkeländerung zu vermitteln.

10 Im dritten Punkt P_3 kehrt der Fahrer die Drehrichtung des Lenkhandrades 8 um, so dass ausgehend von dieser Lage die Zuordnung zwischen Handhabenstellung LH und Lenkwinkel LW gemäß Pfeil 27 gegeben ist. Dabei wird der Lenkwinkel LW durch die überlagerte Relativverstellung stärker verringert, als dies
15 durch die Handhabenstellungsänderung und die zweite Lenkkennlinie 22 vorgegeben ist.

Schließlich trifft der Pfeil 27 im vierten Punkt P_4 auf die zweite Lenkkennlinie 22. Ab diesem Zeitpunkt ist die Stellungsabweichung S auf Null reduziert und die Zuordnungsfunktion zwischen Lenkwinkel LW und der Handhabenstellung LH entspricht wieder dem Verlauf der zweiten Lenkkennlinie 22.

Die Steigung der Pfeile 25 und 27 kann parameterabhängig veränderbar sein, vorausgesetzt, dass die Steuervorrichtung 13 der Lenkung gemäß Fig. 1 bzw. die Regelvorrichtung 18 der Lenkung nach Fig. 2 von einer entsprechenden Sensorik Daten zu den jeweiligen Parametern erhalten. Beispielsgemäß wird die Abweichung, mit der der Lenkwinkel LW durch die überlagerte Relativverstellung wieder mit der Handhabenstellung LH
30 synchronisiert wird in Abhängigkeit von der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit berechnet. Alternativ können auch andere die Fahrzeuglängs- oder Fahrzeugquerdynamik beschreibende Größen berücksichtigt werden, wie die Längs- oder die Querbeschleunigung. Auch die aktuelle Handhabenstellung LH, der aktuelle
35 Lenkwinkel LW oder andere den Fahrzeugzustand beschreibende Parameter können berücksichtigt werden.

DaimlerChrysler AG

Pfeffer
21.01.2003Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Synchronisation der Handhabenstellung (LH)
der Lenkhandhabe (8) und dem an den gelenkten Fahrzeuggrä-
dern (1) eingestellten Lenkwinkel (LW) für eine Lenkung
mit anhand einer Steuer- oder Regelvorrichtung (13; 18)
einstellbarer Zuordnungsfunktion zwischen der Handha-
10 benstellung (LH) und dem Lenkwinkel (LW),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass nach dem Aktivieren der Steuer- oder Regelvorrich-
tung (13; 18) die momentane Handhabenstellung (LH) und
der momentane Lenkwinkel (LW) unter Berücksichtigung der
15 momentan eingestellten Zuordnungsfunktion verglichen wird
und im Falle einer Stellungsabweichung (S) eine Relativ-
verstellung zur Verringerung der Stellungsabweichung (S)
zwischen der Handhabenstellung (LH) und dem Lenkwinkel
(LW) erfolgt.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Relativverstellung nur erfolgt, wenn nach oder
beim Aktivieren der Steuervorrichtung ein Abfragekriteri-
25 um erfüllt ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Relativverstellung insbesondere bei einer Fahr-
30 zeuglängsgeschwindigkeit, die geringer ist als ein vor-

gebbarer Geschwindigkeitsschwellenwert, nur erfolgt, während die Lenkhandhabe (8) vom Fahrer manuell bewegt wird.

- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Relativverstellung insbesondere bei einer Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die größer ist als ein vorgegebbarer Geschwindigkeitsschwellenwert, schrittweise zyklisch erfolgt und pro Verstellzyklus ein Verstellschritt durchgeführt wird, bis die Stellungsabweichung (S) in etwa Null beträgt.
- 10 5. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
15 dass die Verringerung der Stellungsabweichung (S) pro Verstellzyklus auf einen vorgegebenen prozentualen Anteil der jeweils aktuellen Stellungsabweichung (S) begrenzt oder festgelegt ist.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass eine Verstellzeitdauer vorgegeben ist, nach deren Ablauf die Stellungsabweichung (S) einen betragsmäßigen Wert kleiner oder gleich einem vorgegebenen Abweichungsschwellenwert erreicht haben muss.
- 25 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Relativverstellung mit einer vorgegebenen oder
30 auf einen Maximalwert begrenzten Synchronisationsgeschwindigkeit an den gelenkten Fahrzeugrädern (1) erfolgt.
- 35 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Relativverstellung bei einer Fahrzeuglängsgeschwindigkeit, die geringer ist als ein vorgegebbarer Ge-

schwindigkeitsschwellenwert, nur dann erfolgt, wenn die Richtung der Handhabenstellungsänderung mit der Richtung korrespondiert, in die die Relativverstellung erfolgen soll.

- 5
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass nach dem Aktivieren der Steuervorrichtung (13) die Soll-Handhabenstellung (LH_{Soll}) der Lenkhandhabe (8) bestimmt wird, die dem momentanen Lenkwinkel (LW) bei der momentan eingestellten Lenkübersetzung entspricht, wobei sich die Stellungsabweichung (S) aus der Differenz zwischen der momentanen Handhabenstellung (LH_{Ist}) und der Soll-Handhabenstellung (LH_{Soll}) ergibt.
- 10
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Relativverstellung parameterabhängig erfolgt.
- 15
11. Verfahren nach Anspruch 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Relativverstellung in Abhängigkeit von einer an der Lenkhandhabe (8) wirksamen Handkraft und/oder von der momentanen Auslenkung der Lenkhandhabe (8) aus ihrer der Geradeausstellung der gelenkten Fahrzeugräder (1) entsprechenden Normallage und/oder von der augenblicklichen Auslenkung der gelenkten Fahrzeugräder (1) aus ihrer Geradeausstellung und/oder vom Betrag der Stellungsabweichung (S) und/oder von einer die Quer- oder Längsdynamik des Fahrzeugs kennzeichnenden Größe und/oder von der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und/oder von der Zeit erfolgt.
- 20
- 25
- 30
12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, mit Mitteln (11; 19) zur Bestimmung der Handhabenstellung (LH) einer Lenkhandhabe (8) eines Fahrzeugs, mit Mitteln (12; 20) zur Bestimmung des
- 35

Lenkwinkels (LW) der gelenkten Fahrzeugräder (1) und mit einer Steuer- oder Regelvorrichtung (13; 18) zum Einstellen des Lenkwinkels (LW) in Abhängigkeit von der Handhabenstellung (LH) der Lenkhandhabe (8) und einer einstellbaren Zuordnungsfunktion zwischen Handhabenstellung (LH) und Lenkwinkel (LW),

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Steuer- oder Regelvorrichtung (13; 18) nach ihrer Aktivierung die momentane Handhabenstellung (LH) und den momentanen Lenkwinkel (LW) unter Berücksichtigung der momentan eingestellten Zuordnungsfunktion zwischen Handhabenstellung (LH) und Lenkwinkel (LW) vergleicht und im Falle einer Stellungsabweichung (S) eine Relativverstellung zur Verringerung der Stellungsabweichung (S) zwischen der Handhabenstellung (LH) und dem Lenkwinkel (LW) durchführt.

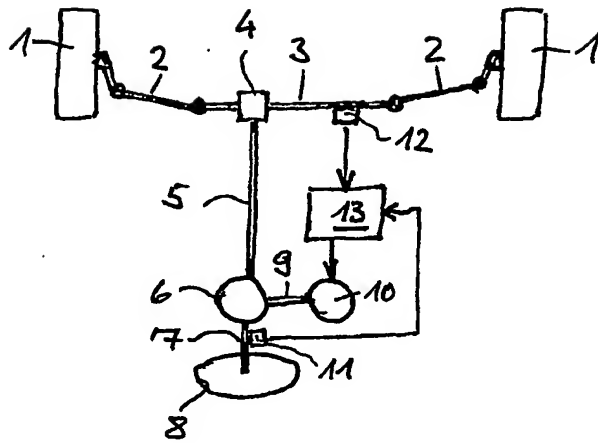


Fig. 1

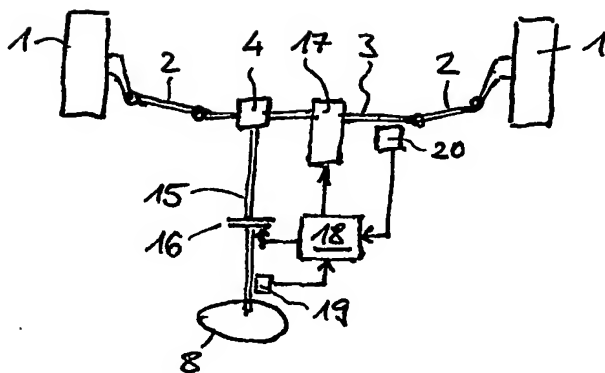


Fig. 2

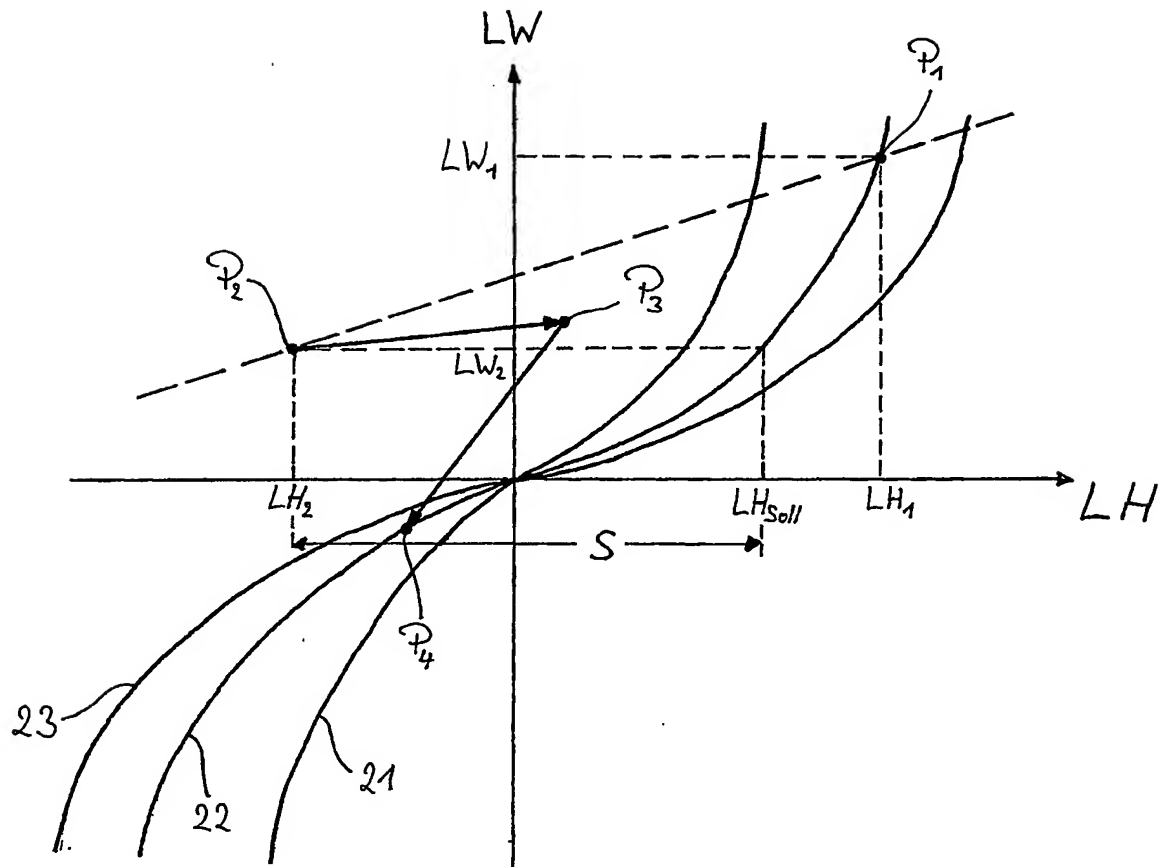


Fig. 3

DaimlerChrysler AG

Pfeffer
21.01.2003

5

Zusammenfassung

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur
Synchronisation der Handhabenstellung (LH) der Lenkhandhabe
und dem an den gelenkten Fahrzeugrädern eingestellten Lenk-
winkel (LW). Anhand einer Steuervorrichtung ist eine Zuord-
nungsfunktion bzw. Lenkkennlinie (21, 22, 23) zwischen der
15 Handhabenstellung (LH) und dem Lenkwinkel (LW) einstellbar.
Nach dem Aktivieren der Steuervorrichtung wird die momentane
Handhabenstellung (LH) und der momentane Lenkwinkel (LW) un-
ter Berücksichtigung der momentan eingestellten Zuordnungs-
funktion verglichen und im Falle einer Stellungsabweichung
20 (S) erfolgt eine Relativverstellung zur Verringerung der
Stellungsabweichung (S) zwischen der Handhabenstellung (LH)
und dem Lenkwinkel (LW).

25 Fig. 3

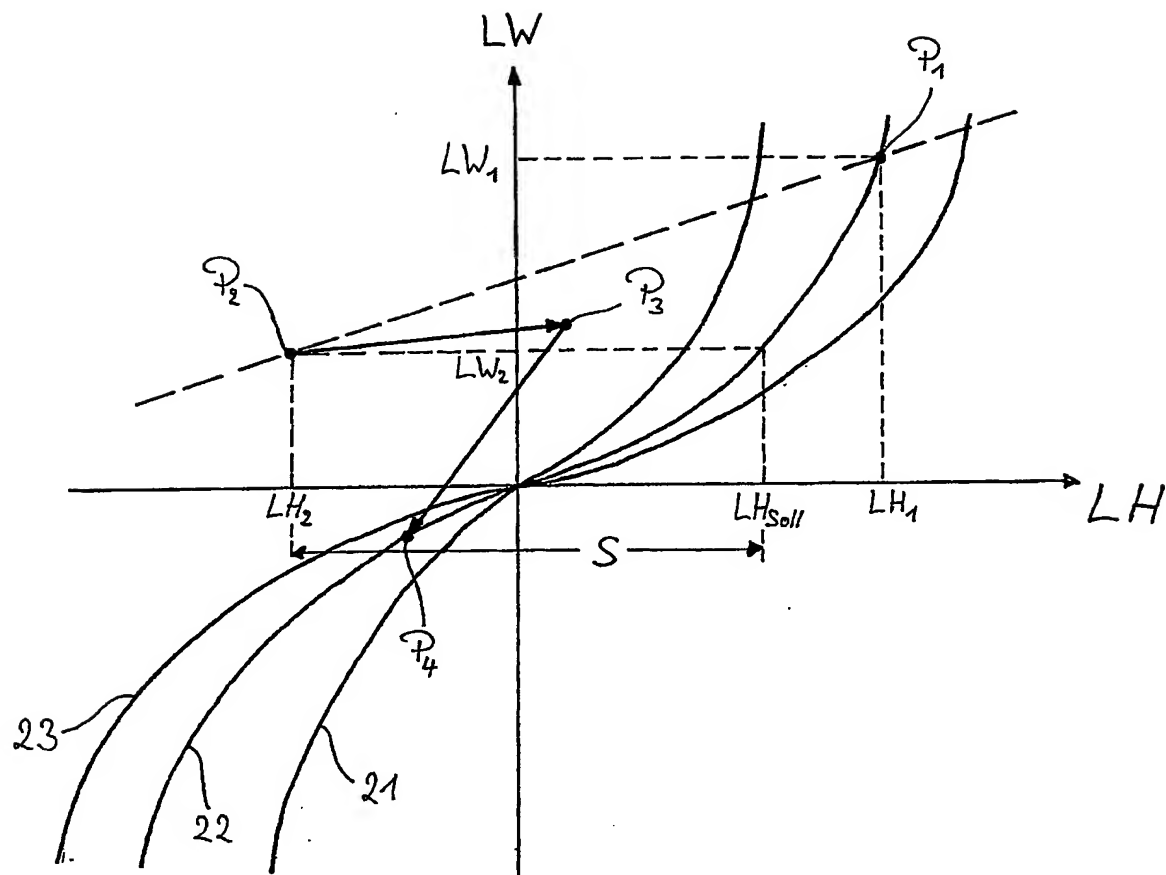


Fig. 3